

(Reference 4)

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 11-289668

(43) Date of publication of application : 19.10.1999

(51) Int.Cl.

H02J 3/18

G05F 1/70

H02J 3/38

(21) Application number : 10-091430

(71) Applicant : TOKYO GAS CO LTD

(22) Date of filing : 03.04.1998

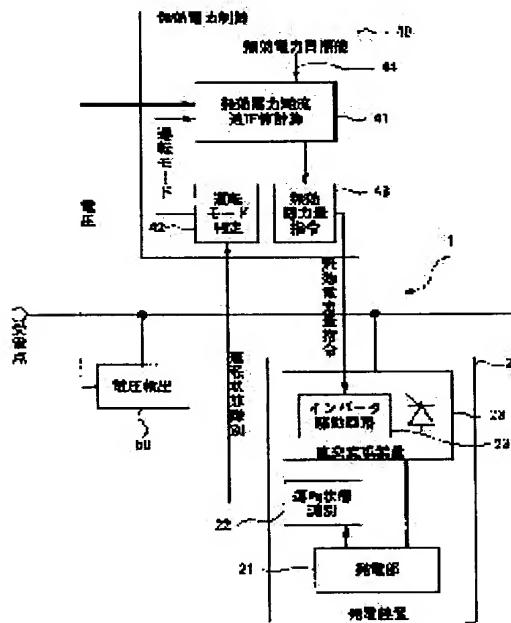
(72) Inventor : KUMANO TETSUHISA  
KOIKE SHUNICHI

## (54) APPARATUS AND METHOD FOR CONTROLLING REACTIVE POWER

### (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a reactive power controller which is capable of reducing capital investment and maintenance cost by omitting the reactive power controllers installed at the premises of consumers or power systems.

**SOLUTION:** A reactive power controller, which controls the reactive power of a power system 1 interconnected with a power unit 20 is provided with a DC-AC converter having a reactive power control function, is provided with a voltage measuring means 50 which detects the system voltage or reactive voltage of the private power system of a consumer or a power system 1 for commercial power supply provided with the DC-AC inverter 23, an appropriate reactive power flow value calculating means 41, which receives the signal of the detecting means 50 and calculates the appropriate value of a reactive power flow, a reactive electric energy commanding means 43 which calculates and instructs an appropriate reactive power command value to the converter 23 upon receiving the calculated results of the calculating means 41, and an operation mode discriminating means 42 which discriminates the operation mode of the converter 23 and controls the reactive power of the converter 23 based on the command from the reactive electrical energy commanding means 43.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-289668

(43)公開日 平成11年(1999)10月19日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 02 J 3/18  
G 05 F 1/70  
H 02 J 3/38

識別記号

F I  
H 02 J 3/18  
G 05 F 1/70  
H 02 J 3/38

D  
L  
Q

審査請求 未請求 請求項の数 7 O.L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平10-91430

(22)出願日 平成10年(1998)4月3日

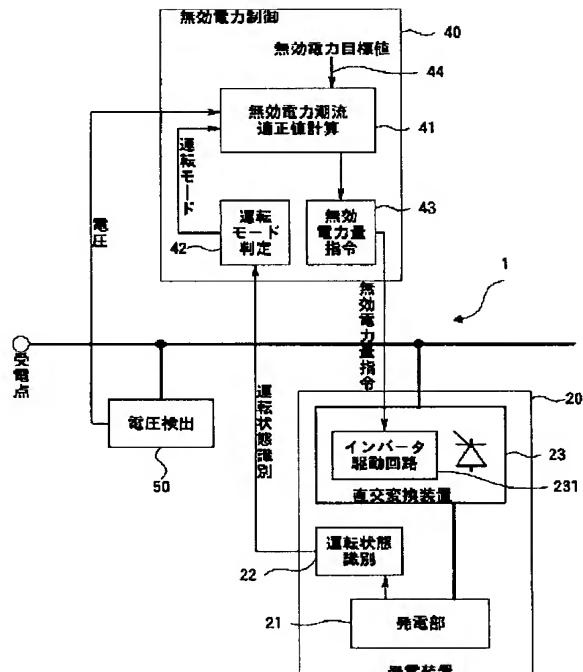
(71)出願人 000220262  
東京瓦斯株式会社  
東京都港区海岸1丁目5番20号  
(72)発明者 熊野 哲久  
東京都荒川区南千住3-28-70-606  
(72)発明者 小池 俊一  
埼玉県南埼玉郡白岡町大字小久喜675-1  
-B222  
(74)代理人 弁理士 沼形 義彰 (外2名)

(54)【発明の名称】無効電力制御装置および無効電力制御方法

(57)【要約】

【課題】需要家構内あるいは電力系統に設置されている無効電力制御装置を省略し、設備投資や保守費用の低減を図った無効電力制御装置を提供する。

【解決手段】無効電力制御機能を有する直交変換装置23が設置された電源装置20が連系された電力系統1の無効電力を制御する無効電力制御装置において、直交変換装置23が設置されている需要家構内電力系統または商用電源電力系統1の系統電圧もしくは無効電力を検出する電圧測定手段50と、検出手段50からの信号を受け無効電力潮流の適正な値を計算する無効電力潮流適正値計算手段41と、計算手段41の計測結果を受けて直交変換装置23に対する適正な無効電力指令値を計算し指示する無効電力量指令手段43と、直交変換装置23の運転モードを判断する運転モード判定手段42とを有し、無効電力量指令手段43からの指令に基づいて直交変換装置23の無効電力を制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 無効電力制御機能を有する直交変換装置が設置された電源装置が連系された電力系統の無効電力を制御する無効電力制御装置において、直交変換装置が設置されている需要家構内電力系統または直交変換装置が設置されている商用電源電力系統の系統電圧を検出する電圧測定手段と、該電圧測定手段からの信号を受け無効電力潮流の適正な値を計算する無効電力潮流適正値計算手段と、該無効電力潮流適正値計算手段の計測結果を受けて前記直交変換装置に対する適正な無効電力指令値を計算し指示する無効電力量指令手段と、前記直交変換装置の運転モードを判断する運転モード判定手段とを有し、無効電力量指令手段からの指令に基づいて直交変換装置の無効電力を制御するようにしたことを特徴とする無効電力制御装置。

【請求項2】 無効電力制御機能を有する直交変換装置が設置された電源装置が連系された電力系統の無効電力を制御する無効電力制御装置において、直交変換装置が設置されている需要家構内電力系統または直交変換装置が設置されている商用電源電力系統の無効電力を検出する無効電力測定手段と、該無効電力測定手段からの信号を受け無効電力潮流の適正な値を計算する無効電力潮流適正値計算手段と、該無効電力潮流適正値計算手段の計測結果を受けて前記直交変換装置に対する適正な無効電力指令値を計算し指示する無効電力量指令手段と、前記直交変換装置の運転モードを判断する運転モード判定手段とを有し、無効電力量指令手段からの指令に基づいて直交変換装置の無効電力を制御するようにしたことを特徴とする無効電力制御装置。

【請求項3】 直交変換装置が、直流電力を交流電力に変換する機能と交流電力を直流電力に変換する機能とを有しており、さらに、無効電力を独立して制御することができる直交変換装置である請求項1または請求項2に記載の無効電力制御装置。

【請求項4】 直交変換装置が、直流電力を交流電力に変換する機能と交流電力を直流電力に変換する機能とを有しており、さらに、有効電力と無効電力を独立して制御することができる直交変換装置である請求項1または請求項2に記載の無効電力制御装置。

【請求項5】 電力系統に連系される電源装置が、燃料電池発電装置または太陽光発電装置もしくは無停電電源装置のいずれか、または、これらの任意の組み合わせである請求項1から請求項4のいずれかに記載の無効電力制御装置。

【請求項6】 無効電力制御機能を有する直交変換装置が設置された電源装置が連系された電力系統の無効電力を制御する無効電力制御方法において、電源装置が運転されていないときにも直交変換装置の無効電力制御機能を用いて無効電力潮流を制御し、電力系統の無効電力を制御することを特徴とする無効電力制御方法。

【請求項7】 直交変換装置の無効電力潮流の制御が、電力系統の系統電圧または電力系統の無効電力に基づいてなされることを特徴とする請求項6に記載の無効電力制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電力系統に連系された電源装置を有する電力需要家構内の無効電力制御または商用電源電力系統の無効電力を調整する無効電力制御装置または無効電力制御方法に関し、特に燃料電池発電装置または太陽光発電装置または無停電電源装置などの電源装置に設置された直交変換装置を用いた無効電力制御装置または無効電力制御方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、分散型電源やコージェネレーション設備の設置、家庭用電源設備の導入あるいは無停電電源装置の普及が進んでおり、このような各種の電源装置を商用電力系統に連系して運転する傾向にある。一方、商用電力系統では、無効電力潮流を調整することによって、商用電力系統の電圧を適正な範囲に維持しており、需要家構内や電力系統の無効電力の制御を電力消費状況に応じて行う必要があることから、分散型電源などを設置した需要家では、直交変換装置が設置されているか否かに関わらず、無効電力を制御できる装置を別途設置する必要があった。

【0003】従来の電力系統の無効電力量の制御の様子を図5を用いて説明する。商用電力系統と接続された電力系統1には、燃料電池とインバータ（直交変換装置）からなる燃料電池発電装置20A、太陽電池とインバータからなる太陽光発電装置20Bと、蓄電池とインバータからなる無停電電源装置30などが接続され、受電端には、例えば静止型無効電力補償装置（SVC）70や進相コンデンサなどからなる力率調整装置が設置されている。これらの電源装置は、直交変換装置を介して電力系統と連系するように構成されており、無効電力制御を該直交変換装置の運転を制御して各機器毎に独立して一定の無効電力出力をを行うか、あるいは、全く無効電力制御を考慮していない設計となっている。さらに、分散型電源である燃料電池発電装置20Aや太陽光発電装置20Bでは、発電部が稼働しないときには、直交変換装置の運転を停止していた。また、無停電電源装置においても、電力系統が正常に運転しているときには、直交変換装置の運転を停止する場合がある。したがって、このような電源装置が接続された電力系統においては、静止型無効電力補償装置（SVC）70などの無効電力調整手段を、需要家や電力系統の変電設備に設置して無効電力を調整し力率を調整することが必要となっている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述の背景に鑑みられた発明であり、原理的に無効電力調整を有

することができる直交変換装置の機能を活用して、電力系統の無効電力を制御して、需要家構内あるいは電力系に設置されている無効電力制御装置を省略し、設備投資や保守費用の低減を図ることを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】燃料電池発電装置などに用いられる直交変換装置は、有効電力Pと無効電力Qを互いに干渉することなく独立して制御するPQ非干渉制御が行われており、有効電力Pと無効電力Qをまったく無関係に独立して制御することが可能となっている。すなわち、直交変換装置は図6に示すように、直列接続されたスイッチング素子232-1, 232-2と、該直列接続体に並列に接続されたコンデンサ233となる直交変換分枝を、例えばU相、V相、W相の各相を3個並列に有して構成される。各コンデンサ233には、並列に抵抗234が、直列に抵抗235が接続される。各スイッチング素子232には、並列にダイオード236が、直列に抵抗237が接続される。各スイッチング素子232は、インバータ駆動回路231によって、順次導通制御され、発電装置21からの直流を交流に、電力系統からの交流を直流に直交変換する。

【0006】このような直交変換装置23においては、発電装置21側から電力が出力されていない状態でも、電力系統側からコンデンサ233に充電電流を流すようにスイッチング素子を動作させ、かつ系統電圧と直交変換装置の電圧の振幅を制御して無効電力を制御することが可能となる。この原理は、静止型無効電力補償装置(SVC)の動作原理と同じものである。本発明は、電力系統に接続された電源装置の発電装置が停止しているときには、電源装置の直交変換装置を静止型無効電力補償装置と同様に運転して無効電力の制御に利用する。

【0007】本発明は、燃料電池発電装置または太陽光発電装置もしくは無停電電源装置に設置した直交変換装置を有効に利用して、無効電力潮流を制御し、商用電源電力系統の系統電圧あるいは需要家構内の系統電圧を制御する。実際には、電圧あるいは無効電力潮流の制御の必要がある電力系統に、系統電圧を検出する電圧測定手段または無効電力を検出する無効電力測定手段を設置し、この手段が検出した系統電圧または無効電力に基づいて、直交変換装置の無効電力潮流が目標値に到達するために必要な各直交変換装置の無効電力出力値を自動的に計算し、各直交変換装置に無効電力出力指令値を出す。指令を受け取った直交変換装置は、そのときの燃料電池発電部や太陽光発電部あるいは無停電電源装置の運転状態に応じて、適切な運転モードを自動的に選択し指令された無効電力を出力する。

【0008】本発明は、無効電力制御機能を有する直交変換装置が設置された電源装置が連系された電力系統の無効電力を制御する無効電力制御装置において、直交変換装置が設置されている需要家構内電力系統または直交

変換装置が設置されている商用電源電力系統の系統電圧を検出する電圧測定手段と、該電圧測定手段からの信号を受け構内での無効電力潮流の適正な値を計算する無効電力潮流適正值計算手段と、該無効電力潮流適正值計算手段の計測結果を受けて前記直交変換装置に対する適正な無効電力指令値を計算し指示する無効電力量指令手段と、前記直交変換装置の運転モードを判断する運転モード判定手段とを設け、無効電力量指令手段からの指令に基づいて直交変換装置の無効電力を制御するようにした。

【0009】本発明は、無効電力制御機能を有する直交変換装置が設置された電源装置が連系された電力系統の無効電力を制御する無効電力制御装置において、直交変換装置が設置されている需要家構内電力系統または直交変換装置が設置されている商用電源電力系統の無効電力を検出する無効電力測定手段と、該無効電力測定手段からの信号を受け構内での無効電力潮流の適正な値を計算する無効電力潮流適正值計算手段と、該無効電力潮流適正值計算手段の計測結果を受けて前記直交変換装置に対する適正な無効電力指令値を計算し指示する無効電力量指令手段と、前記直交変換装置の運転モードを判断する運転モード判定手段とを設け、無効電力量指令手段からの指令に基づいて直交変換装置の無効電力を制御するようにした。

【0010】本発明は、上記無効電力制御装置において、直交変換装置を、直流電力を交流電力に変換する機能と交流電力を直流電力に変換する機能とを有するとともに、無効電力を独立して制御することができる直交変換装置とした。また、本発明は、上記無効電力制御装置において、直交変換装置を、直流電力を交流電力に変換する機能と交流電力を直流電力に変換する機能とを有するとともに、有効電力と無効電力を独立して制御することができる直交変換装置とした。

【0011】さらに、本発明は、上記した各無効電力制御装置において、電力系統に連系される電源装置を、燃料電池発電装置または太陽光発電装置もしくは無停電電源装置のいずれか、または、これらの任意の組み合わせとした。

【0012】さらに、本発明は、無効電力制御機能を有する直交変換装置が設置された電源装置が連系された電力系統の無効電力を制御する無効電力制御方法において、電源装置が運転されていないときにも直交変換装置の無効電力制御機能を用いて無効電力潮流を制御し、電力系統の無効電力を制御するようにした。

【0013】本発明は、直交変換装置の無効電力潮流の制御を、電力系統の系統電圧または電力系統の無効電力に基づいて行うようにした。

## 【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明にかかる電力系統の無効電力調整方法の実施の形態を図1～図3を用いて説

明する。図1は、本発明が適用された電力系統の系統電圧制御の概略構成を示すブロック図である。図2は、本発明にかかる無効電力制御装置の構成の概要を示すブロック図である。図3は、本発明にかかる無効電力調整の様子を説明する波形図である。本発明が適用される電力系統1は、需要家10と、燃料電池発電装置20Aと、太陽光発電装置20Bと、無停電電源装置30と、無効電力制御装置40と、電圧測定手段50と、電力負荷平準化装置60が接続されて構成される。ここでは説明の便宜上、燃料電池発電装置、太陽光発電装置、無停電電源装置、電力負荷平準化装置は、各一台、電圧測定手段は2ヶ所、電力系統は1フィーダとしたが、本発明を実施するには、直交変換装置を具備した燃料電池発電装置、太陽光発電装置、無停電電源装置、電力負荷平準化装置のいずれかを少なくとも1台有していればよく、電圧測定手段は少なくとも1ヶ所以上、電力系統は1フィーダないし複数フィーダとし、これらを任意に組み合わせることができる。

【0015】この実施の形態では、燃料電池発電装置20Aと無停電電源装置30は、需要家構内系統に設置された形態を示している。したがって、燃料電池発電装置20Aと無停電電源装置30は、需要家受電点の電圧または無効電力を電圧測定手段50Bで検出して需要家構内系統の無効電力制御を行っている。燃料電池発電装置20Aは、直流電圧を発生する燃料電池からなる発電部21と、該燃料電池が電力を出力しているか否かを識別して燃料電池の運転状態を示す運転状態信号を出力する発電部運転状態識別装置22と、燃料電池の直流出力を系統の交流電圧に整合した交流電圧に変換する直交変換装置23とを有して構成されている。直交変換装置23は、装置を構成するインバータの駆動を制御するインバータ駆動回路231を有している。

【0016】無停電電源装置30は、例えば電力系統1からの電力によって充電される蓄電池31と、蓄電池から電力が出力されているかもしくは蓄電池へ電力が供給されているなどの運転状態を識別して運転状態識別信号を出力する運転状態識別装置32と、蓄電池の直流出力を系統の交流電圧に整合した交流電圧に変換とともに系統からの交流電圧を直流に変換して蓄電池を充電する直交変換装置33Aと、蓄電池の直流出力を交流電圧に変換して負荷へ供給する直交変換装置33Bから構成されている。直交変換装置33は、装置を構成するインバータの駆動を制御するインバータ駆動回路(図示を省略)を有している。

【0017】この実施の形態では、太陽光発電装置20Bと電力負荷平準化装置60は、電力系統に接続された形態を示している。したがって、太陽光発電装置20Bと電力負荷平準化装置60は、電力系統の電圧または無効電力を電圧測定手段50Aで検出して系統の無効電力制御を行っている。太陽光発電装置20Bは、直流電圧

を発生する太陽電池からなる発電部21と、該太陽電池が電力を出力しているか否かを識別して太陽電池の運転状態を示す運転状態信号を出力する発電部運転状態識別装置22と、太陽電池の直流出力を系統の交流電圧に整合した交流電圧に変換する直交変換装置23とを有して構成されている。直交変換装置23は、装置を構成するインバータの駆動を制御するインバータ駆動回路231を有している。

【0018】電力負荷平準化装置60は、蓄電池61と、該蓄電池が電力を出力しているか否かを識別して蓄電池の運転状態を示す運転状態信号を出力する発電部運転状態識別装置62と、蓄電池の直流出力を系統の交流電圧に整合した交流電圧に変換する直交変換装置63とを有して構成されている。直交変換装置63は、装置を構成するインバータの駆動を制御するインバータ駆動回路を有している。

【0019】無効電力制御装置40は、無効電力目標値と系統電圧と発電部運転状態識別信号から導き出された運転モード信号に基づいて無効電力潮流の適正值を計算する無効電力潮流適正值計算手段41と、燃料電池発電装置20Aや太陽光発電装置20Bからの運転状態識別信号もしくは無停電電源装置からの運転状態識別信号に基づいて、運転モード信号を出力する運転モード判定手段42と、無効電力潮流適正值計算結果に基づいて直交変換装置からの無効電力量を指令する無効電力量指令信号を出力する無効電力量指令手段43とを有している。

【0020】各発電装置20の発電部運転状態識別装置22および無停電電源装置30の運転状態識別装置32ならびに電力負荷平準化装置60の運転状態識別装置63は、常に装置全体の運転状況を監視し、直交変換装置23, 33, 63が無効電力を出力するために最も適した運転モードを選択し、各直交変換装置23, 33, 63に運転モードを指示する。

【0021】なお、各直交変換装置23, 33, 63は、複数の運転モードを有している。すなわち、燃料電池発電装置20Aの直交変換装置23および太陽光発電装置20Bの直交変換装置23は、発電部が発電中の場合の有効電力Pおよび無効電力Qを同時に制御するPQ制御運転モードと、発電部の運転が停止しているときの無効電力Qのみを制御するQ制御運転モードを有する。

【0022】電圧制御を実施する1ヶ所あるいは複数箇所に取り付けた電圧測定手段50から系統電圧信号を無効電力制御装置40へ送出する。無効電力制御装置40では、無効電力潮流適正值計算手段41において、受信した系統電圧信号および運転モード信号ならびに無効電力目標値信号の各データを元に必要な無効電力潮流適正值を計算し、無効電力量指令手段43において、前記計算値に基づいて無効電力量指令信号を生成して、各発電装置20の各直交変換装置23および無停電電源装置30の直交変換装置33へ送信する。

【0023】無効電力制御装置40からの指令値を受けとった各直交変換装置23, 33, 63は、運転状態識別装置22, 32, 62により指示された運転モードで運転され、無効電力が指令値になるように常に制御する。

【0024】無効電力の制御の様子を図3を用いて説明する。図3において、曲線Aは系統電圧を、曲線Bは系統電圧が低下したときまたは系統の無効電力が遅相であるときにインバータを進相制御したときのインバータ電流を、曲線Cは系統電圧が上昇したときまたは系統の無効電力が進相であるときにインバータを遅相制御したときのインバータ電流を示している。このように、電力系統に連系された発電装置などの直交変換装置を実質的に静止型無効電力制御装置と同様に運転することによって、電力系統または需要家内系統の無効電力が遅相となって系統の電圧が低下したときには、インバータを進相制御し、電力系統または需要家内系統の無効電力が進相となって系統の電圧が上昇したときには、インバータを遅相制御して適正な無効電力とし、無効電力を制御して系統の電圧を適正な値とすることができます。

【0025】以下、図4を用いて、無効電力制御装置40における無効電力制御処理を説明する。電力系統または需要家内系統における無効電力制御が開始されると、電圧測定手段50を用いて系統電圧を検出する(S1)。検出した系統電圧が目標値と同じか否かを判断し(S2)、系統電圧が目標値と同じであるとき(No)には、現在の系統の運転状態を維持する(S8)。系統電圧が目標値と異なるときには、発電装置(無停電電源装置)が運転中であるか否かを判断する(S3)。発電装置(無停電電源装置)が運転中でない(No)ときには、系統電圧が目標値となる無効電力量を算出し(S4)、算出結果に基づいてインバータ制御装置に対して無効電力量を指令する(S5)。インバータ駆動制御回路231は、インバータが静止型無効電力補償装置として運転する指令を出し(S6)、スイッチ手段の点弧順序と点弧角を制御して所定の無効電力となるよう直交変換装置を運転する(S7)。

【0026】ステップ3における発電装置の運転状態の判定で運転中の場合(Ye s)は、系統電圧が目標値となる有効電力量および無効電力量を計算し(S9)、算出結果に基づいてインバータ制御装置に対して有効電力量および無効電力量を指令する(S10)。インバータ駆動制御回路231は、インバータが直交変換装置として運転する指令を出し(S11)、スイッチ手段の点弧順序と点弧角を制御して所定の有効電力量および無効電力となるよう直交変換装置を運転する(S7)。このようにして、発電装置(無停電電源装置)の運転状態によって、直交変換装置を、直交変換装置として運転して有効電力および無効電力を制御したり、静止型無効電力補償装置として運転して無効電力のみを制御することがで

きる。

【0027】以上のように運転することによって、別途無効電力調整装置を設けることなく、無効電力を調整することができ、設備投資や保守費用を低減することができる。

【0028】上記の実施の態様では、無効電力潮流を系統電圧を検出して制御する態様を説明したが、無効電力潮流を直接制御する場合には、電圧測定手段50を無効電力測定手段に置き換えることによって容易に実施する

10 ことができる。

【0029】

【発明の効果】本発明によれば、以下に述べる効果を得ることができる。直交変換装置の無効電力供給能力に応じて、今まで必要であった進相コンデンサなどの無効電力調整装置が不要となり、設備投資および保守費用を低減することができる。

【0030】直交変換装置を無効電力調整手段として用いることで、無効電力の制御性は、進相コンデンサによる制御と比較すると、進相および遅相とも制御することが可能となるとともに、無効電力調整手段に半導体を利用していることから高速で安定した無効電力潮流制御が可能となる。

【0031】燃料電池発電装置または太陽光発電装置もしくは無停電電源装置は、家庭用としても今後導入が進み電力系統と連系されるようになると考えられるが、各直交変換装置に無効電力調整機能を持たせることで、無効電力調整用の新たな設備を導入することなく系統電圧維持制御を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

30 【図1】本発明にかかる無効電力制御方式を適用した電力系統の概略構成を示すブロック図。

【図2】本発明にかかる無効電力制御方式に用いる無効電力制御装置の構成を示すブロック図。

【図3】本発明にかかる無効電力制御方式の無効電力の制御態様を説明する波形図。

【図4】本発明にかかる無効電力制御装置の動作態様を説明するフローチャート。

【図5】従来の電力系統の無効電力制御方式を説明するブロック図。

40 【図6】直交変換装置の回路構成を示す回路図。

【符号の説明】

1 電力系統

10 需要家

20 発電装置

21 発電部

22 発電部運転状態識別装置

23 直交変換装置

30 無停電電源装置

31 蓄電池

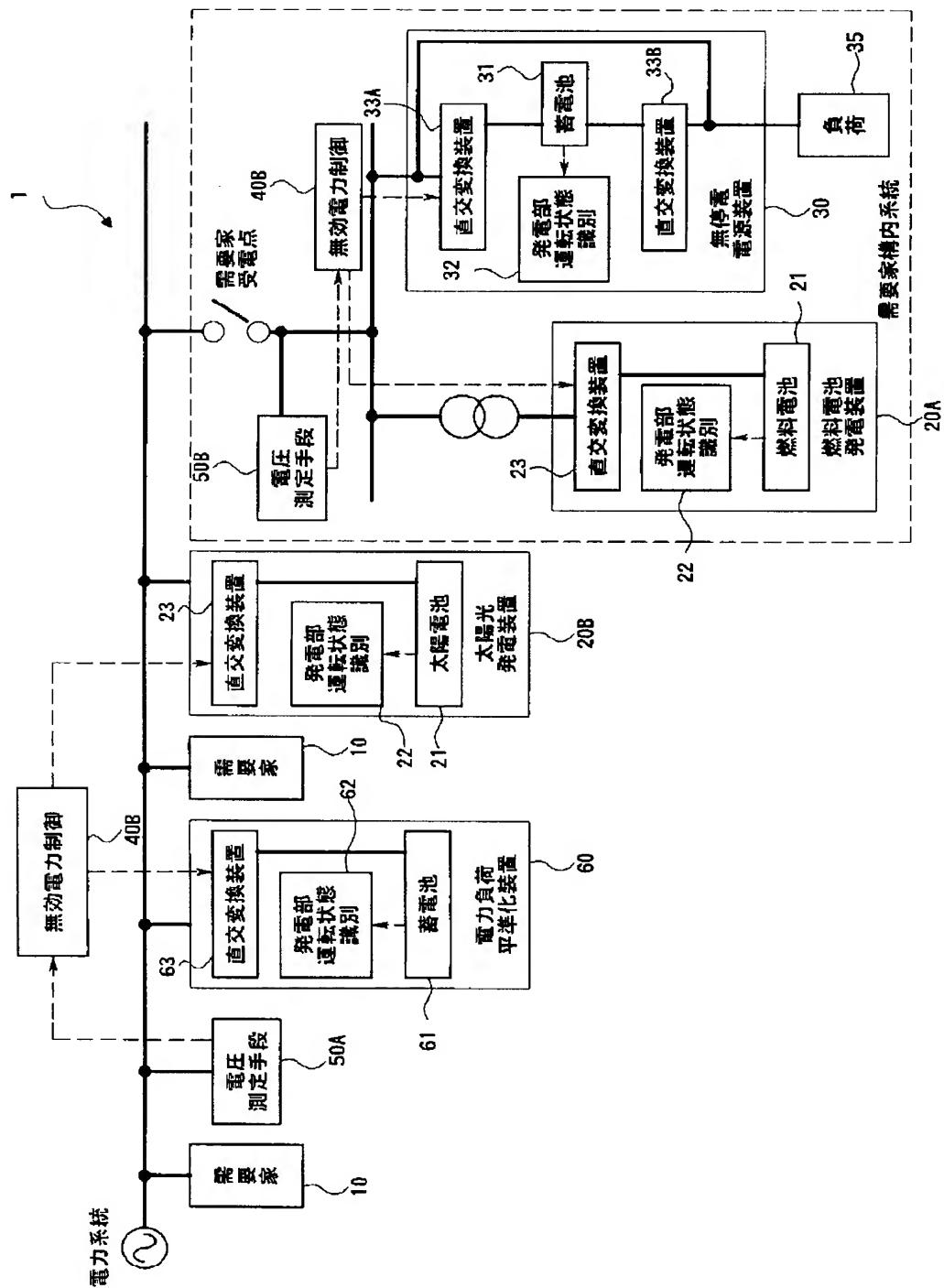
50 32 運転状態識別装置

- 3 3 直交変換装置  
 3 5 負荷  
 4 0 無効電力制御装置  
 4 1 無効電力潮流適正値計算装置  
 5 0 電圧測定手段

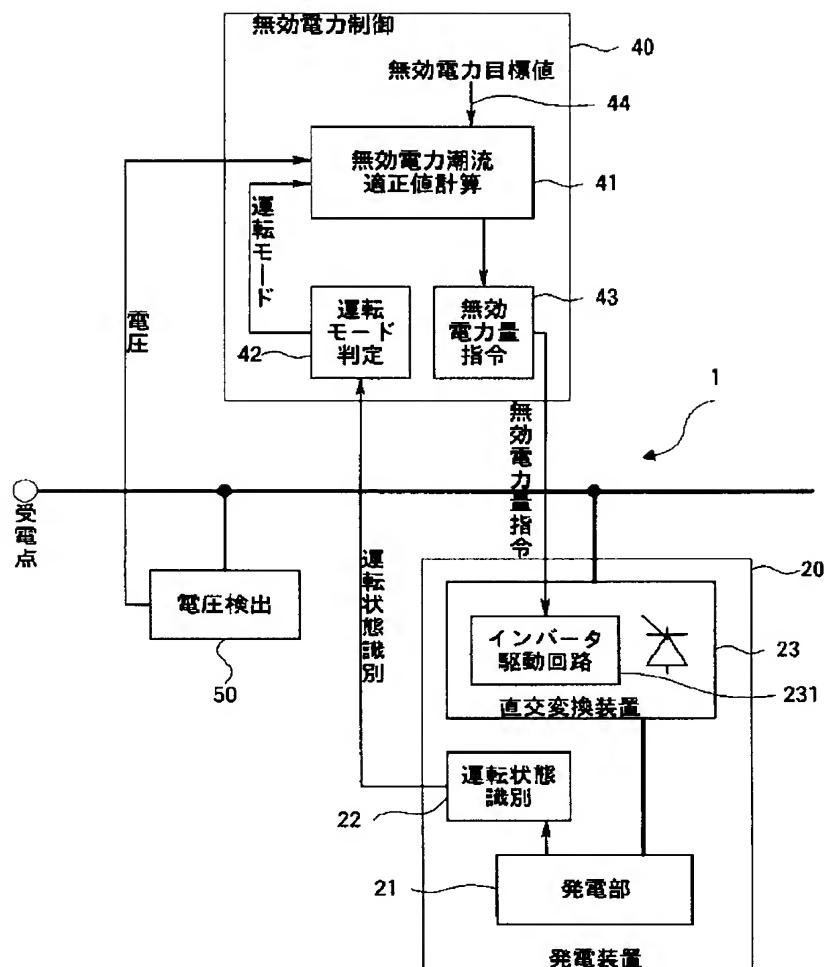
- \* 6 0 電力負荷平準化装置  
 6 1 蓄電池  
 6 2 発電部運転状態識別装置  
 6 3 直交変換装置  
 \* 7 0 静止型無効電力補償装置

10

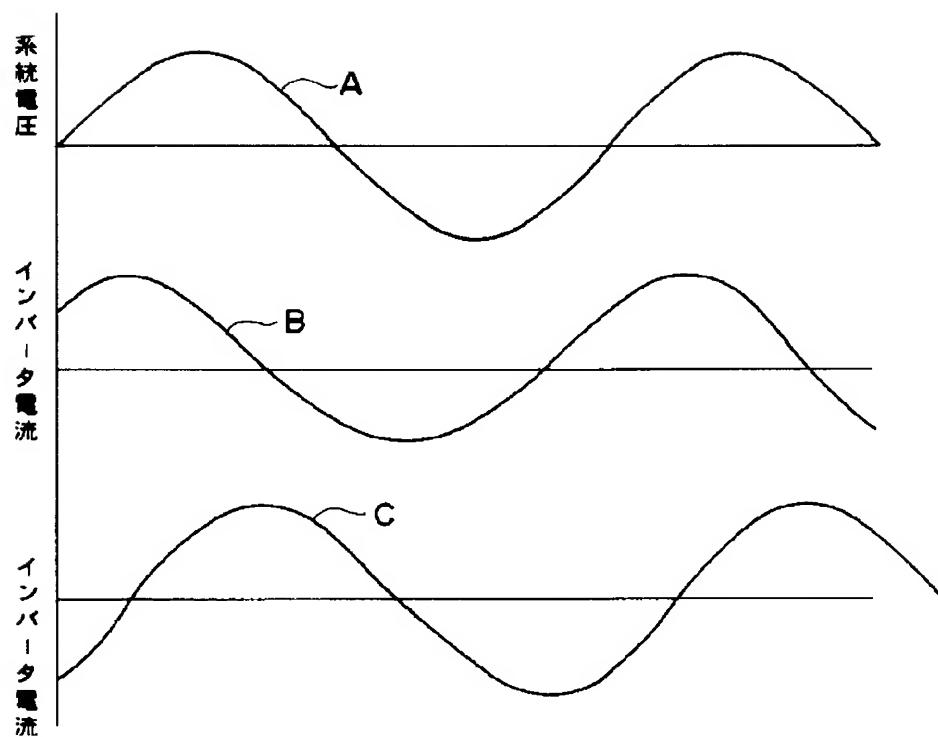
【図1】



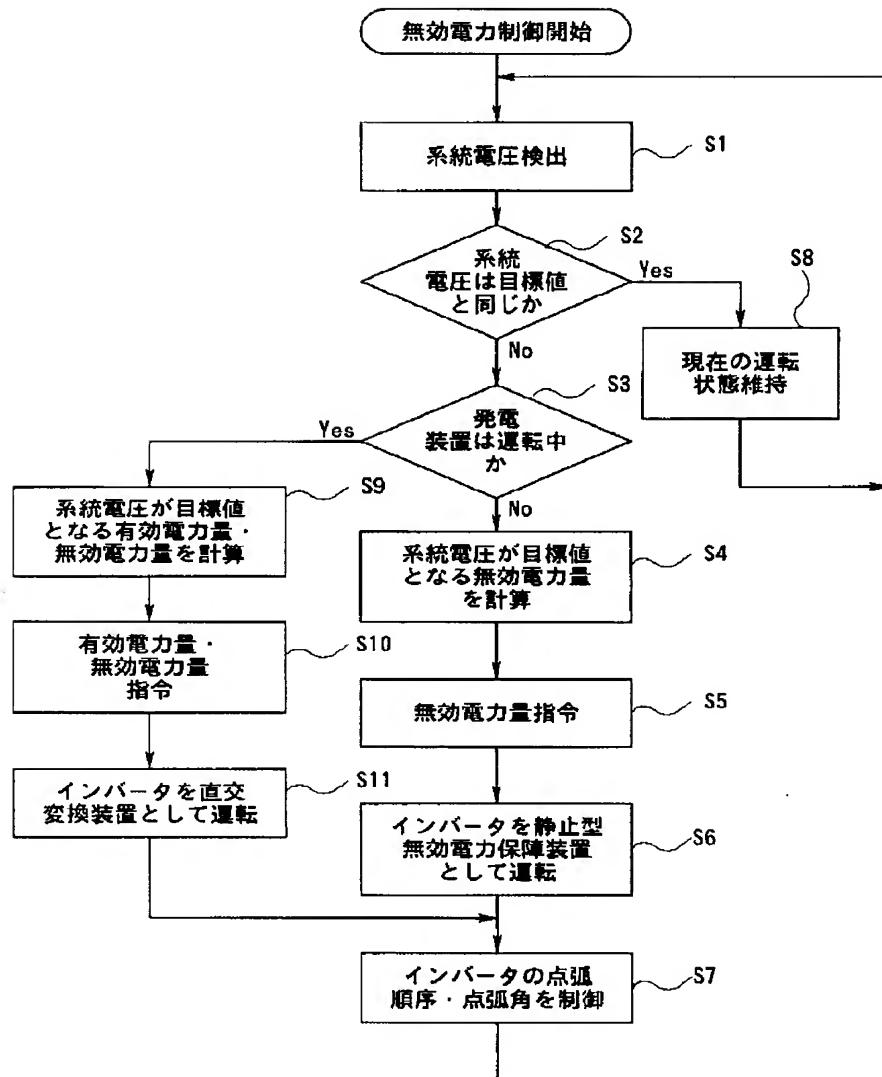
【図2】



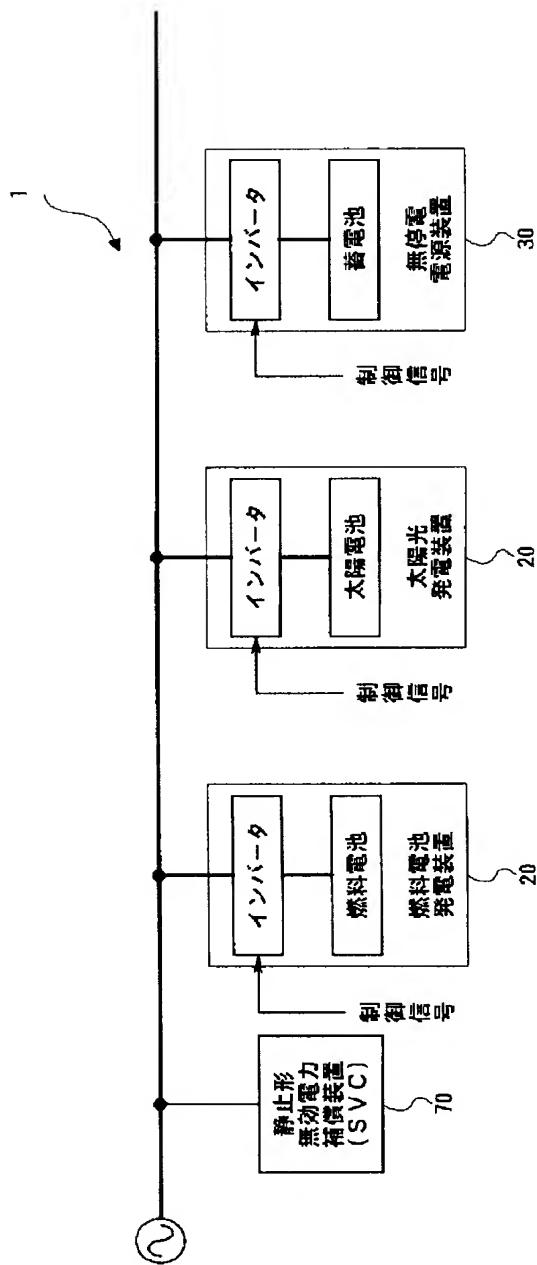
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

